



ВКЛЮЧЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО КРЕМНИЯ

Арсен А. Мнатсаканян, Галина В. Чуварлеева, Алина С. Волкова

*ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»;
Центральная Усадьба КНИИСХ, г. Краснодар, 350012, Российская Федерация*

Аннотация. В данной статье представлен материал, полученный в результате исследований за 2017 и 2018 годы, которые закладывали на выщелоченном черноземе центральной зоны Краснодарского края в ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» на базе агротехнологического отдела. Целью работы являлось изучение влияния удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний на урожайность и качество семян подсолнечника. В ходе которых определено, что обработка изучаемым препаратом сокращает межфазные периоды подсолнечника на 1–2 дня, увеличивает к фазе цветения высоту на 8–12 см и биомассу одного растения на 97–242 г. Также установлено, что препарат НаноКремний в изучаемых дозах повышает урожайность и сбор масла с 1 гектара. Таким образом, включение в технологию выращивания подсолнечника препарата НаноКремний в дозе 15/75/75 (обработка семян – 15 г/га + опрыскивание по всходам – 75 г/га + 75 г/га в фазу 5–7 пар листьев) достоверно повышает урожайность на 0,58 т/га и сбор масла с одного гектара на 0,32 т/га. В результате чего получено 3,23 т/га семян и 1,64 т/га масла.

Ключевые слова: урожайность, масличность, биомасса, высота, фаза вегетации, подсолнечник, кремний в коллоидной форме, НаноКремний

Для цитирования: Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Волкова А.С. Включение в технологию выращивания подсолнечника препарата на основе биологически активного кремния // *Новые технологии*. 2020. Т. 15, № 4. С. 110–117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-110-117>

INCLUSION OF A PREPARATION BASED ON BIOLOGICALLY ACTIVE SILICON INTO THE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER CULTIVATION

Arsen A. Mnatsakanyan, Galina V. Chuvarleeva, Alina S. Volkova

*FSBSI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko»;
Central Estate of KSRIA, Krasnodar, 350012, the Russian Federation*

Annotation. The article presents the material obtained as a result of the research for 2017 and 2018, which was laid on leached chernozem in the central zone of the Krasnodar Territory in FSBSI «NGC named after P.P. Lukyanenko», on the basis of the agrotechnological department. The aim of the research was to study the effect of NanoSilicon mineral fertilization with microelements on the yield and quality of sunflower seeds. It was determined that treatment with the studied preparation

shortens the interphase periods of sunflower by 1–2 days, increases the height by 8–12 cm and the biomass of one plant by 97–242 grams by the flowering phase. It was also found that NanoSilicon in the studied doses increases the yield and oil collection from 1 hectare.

Thus, the inclusion of NanoSilicon preparation in the sunflower cultivation technology at a dose of 15/75/75 (seed treatment – 15 g/ha + spraying on seedlings – 75 g/ha + 75 g/ha in the phase of 5–7 pairs of leaves) significantly increases yield by 0,58 t/ha and oil collection from one hectare by 0,32 t/ha. As a result, 3,23 t/ha of seeds and 1,64 t/ha of oil were obtained.

Keywords: yield, oil content, biomass, height, vegetation phase, sunflower, colloidal silicon, NanoSilicon

For citation: *Mnatsakanyan A.A., Chubarleeva G.V., Volkova A.S. Inclusion of a preparation based on biologically active silicon into the technology of sunflower cultivation // New technologies. 2020. Vol. 15, No. 4. P. 110–117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-110-117>*

Краснодарский край традиционно считается самым благоприятным регионом для возделывания подсолнечника. Однако урожайность его нестабильна по годам, что обосновано несбалансированным питанием для растений, вследствие деградации почв и снижения почвенного плодородия [1, с. 85; 2, с. 113]. Наряду с азотом, фосфором и калием, важнейшим для почвенного плодородия и наиболее распространенным почвенным элементом является кремний. Кремний – второй элемент после кислорода по распространенности в земной коре и почве, но недоступен растению, так как находится в виде **нераспространенных** (?) веществ. Применение кремниевых удобрений может стать одним из наиболее актуальных резервов для увеличения эффективности возделывания подсолнечника, так как усиливает иммунитет к воздействию факторов внешней среды, способствует повышению его урожайности и улучшает качество [6, с. 99]. Сравнительно недавно Российская компания начала производство инновационного кремнийсодержащего препарата НаноКремния, который содержит 50% чистого, биологически активного кремния, а также железо, медь и цинк. В этом препарате кремний представлен в виде наночастиц размером 0,005 мкм, что позволяет растениям усваивать его полностью на клеточном уровне.

Цель наших исследований – оценить влияние кремнийсодержащего препарата НаноКремний на урожайность и

масличность семян подсолнечника в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы. Исследования проводились в агротехнологическом отделе ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», расположенном в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края.

Почва этой зоны – чернозем, выщелоченный, малогумусный сверхмощный. Содержание основных элементов в 0–0,3 м слое следующее: общего азота – 0,22–0,30%, валового фосфора – 0,17–0,22%, валового калия – 1,7–2,1%, pH нейтральный или слабокислый. В целом эти почвы пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Климат центральной зоны умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,3–0,4. Среднегодовое количество осадков составляет 600–700 мм и изменяется от 351 до 882 мм, распределение по месяцам их неравномерное. Температурный режим и сумма осадков за исследуемые годы представлены в таблице 1.

Погодные условия 2017 года сложились следующим образом: апрель был прохладным и дождливым; в мае первая декада характеризовалась теплой погодой, вторая и третья была холодной и дождливой; июнь близок к среднемноголетним нормам; июль жаркий и влажный, очень жарким и сухим был август (температура воздуха на 4,3°C выше среднемноголетней).

Температурный режим и сумма осадков в течение вегетации подсолнечника за исследуемые годы

Table 1

Temperature regime and the amount of precipitation during the growing season of sunflower for the years under study

Период исследований	Показатели	Месяц				
		апрель	май	июнь	июль	август
2017 год	температура воздуха, °С	11,8	16,9	21,5	25,3	27,1
	сумма осадков, мм	50,1	132,3	71,6	71,1	11,7
2018 год	температура воздуха, °С	14,5	19,8	24,2	26,4	26,4
	сумма осадков, мм	79,8	14,3	111,8	5,5	77,6
Средне многолетняя норма	температура воздуха, °С	17,0	21,0	23,5	22,8	17,8
	сумма осадков, мм	55	69	82	58	51

В 2018 году апрель характеризовался теплой и сухой погодой; май был теплым и влажным, особенно третья декада; июль – жаркий и сухой с ливневыми дождями при жаркой погоде; очень жарким и сухим был август – температура воздуха на 3,6°С превышала средне многолетнюю норму, осадков выпало 10,8% от нормы.

В статье материал представлен в среднем за два года (2017 и 2018 гг). Для изучения эффективности влияния нового удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний на урожайность и масличность семян подсолнечника в условиях Краснодарского края был заложен по следующей схеме:

Применение агрохимиката	№ п/п	Обработка, г/га		
		семян	по всходам	5–7 пар настоящих листьев
Контроль (обработка водой)	1	0	0	0
Удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний	2	15	0	0
	3	15	50	50
	4	15	75	75
	5	15	100	100

При предпосевной обработке семян подсолнечника применяли 1,5 кг/т препарата НаноКремний, что соответствует 15 г/га. Проводилась обработка за несколько дней до посева, норма рабочей жидкости составила 10 л воды на одну тонну семян. При обработке вегетирующих растений применяли ранцевый опрыскиватель «Огiон» – в фазы всходы и 5–7 пар листьев, расход рабочей жидкости составил 250 л/га. На контрольном варианте применяли только воду, без препарата.

В исследованиях применялся гибрид подсолнечника компании Пионер

П64ЛЦ 108. Это простой среднеспелый гибрид (116–125), линолеинового типа с высокими показателями масличности, устойчив к 7 видам волчка (А-Г), засухоустойчивый. Норма высева 55 тыс. раст./га, при выращивании применялся гербицид ЕвроЛайтинг в производственной системе Clearfield. Посев состоялся в III декаде апреля, полноценные всходы получены во II декаде мая.

Подсолнечник выращивался после озимой пшеницы. Агротехника в опыте общепринятая для центральной зоны Краснодарского края. Общая площадь делянки составила 48 м²,

а учётная 30 м², расположение делянок в опыте – систематическое, повторность четырёхкратная.

Препарат НаноКремний – минеральное удобрение с микроэлементами, в состав которого входит кремний (50%), железо (6%), медь (1%), цинк (0,5%), частички которых имеют коллоидный размер. Экологически чистый продукт, форма жидкая, препарат предназначен для приготовления водных растворов, среда нейтральная (рН – 7,8).

Согласно общепринятым методическим указаниям Б.А. Доспехова были

проведены исследования и обобщены полученные результаты [4, с. 352]. В соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур проведены фенологические наблюдения [5, с. 45]. Содержание масла в семянках подсолнечника определяли по ГОСТу 10857-64 [3, с. 45].

Результаты и обсуждение. От всходов до спелости фиксировали даты наступления фаз вегетации подсолнечника в зависимости от доз внесения удобрения минерального с микроэлементами НаноКремния (таблица 2).

Таблица 2

Даты наступления фаз вегетации подсолнечника в зависимости от изучаемого фактора, дд.мм

Table 2

Dates of the onset of sunflower vegetation phases depending on the studied factor, dd.mm

Варианты	Фазы вегетации				
	всходы	2–3 листьев	5–7 листьев	цветение	спелость
Контроль	09.05.	24.05.	10.06.	25.07.	04.09.
НаноКремний – 15/0/0	09.05.	24.05.	10.06.	24.07.	04.09.
НаноКремний – 15/50/50	09.05.	24.05.	10.06.	24.07.	03.09.
НаноКремний – 15/75/75	09.05.	24.05.	10.06.	23.07.	03.09.
НаноКремний – 15/100/100	09.05.	24.05.	10.06.	22.07.	03.09.
НаноКремний – 15/125/125	09.05.	24.05.	10.06.	22.07.	02.09.

Всходы на всех исследуемых вариантах появились через 17 дней после посева. Через две недели, а именно 24 мая у подсолнечника отмечена фаза образования 2–3 листьев, различий по опыту не отмечено. Спустя 17 дней от фазы 2–3 листьев одновременно на всех вариантах опыта наступила фаза 5–7 листьев. В фазу цветения подсолнечник по вариантам опыта перешел неодновременно. Так, на контроле цветение наступило 25 июля, в варианте 2 (обработка семян) и в варианте 3 (обработка в дозе 15/50/50) цветение наступило днём раньше – 24 июля. При повышении доз (15/75/75) некорневых обработок исследуемым препаратом цветение наступило 23 июля, разница с контролем составила 2 дня. Последующее увеличение доз (15/100/100 и 15/125/125) удобрения минерального с микроэлементами НаноКремния сократило межфазный период на три

дня по отношению к контролю, и на этих вариантах цветение отмечено 22 июля.

На контроле фаза спелости зерна отмечена 4 сентября, в этот же день в эту фазу перешли растения, семена которых обработаны исследуемым препаратом (вариант 2). Последующая некорневая обработка вегетирующих растений удобрением минеральным с микроэлементами НаноКремний уменьшила межфазный период на один день в сравнении с контролем, и растения в фазу спелости перешли 3 сентября. Исключение составил вариант 6 (доза применения 15/125/125), растения которой перешли в эту фазу на два дня ранее контроля.

Различные почвенно-климатические условия и обеспеченность элементами питания оказывают существенное влияние на нарастание вегетативной массы растений в течение всей вегетации.

Изменение высоты подсолнечника и накопление биомассы в зависимости от изучаемого фактора в динамике представлены в таблице 3.

От фазы всходов до образования 3–5 листьев включительно отличий по высоте растений подсолнечника не выявлено. В фазу 5–7 листьев высота растений

Таблица 3

Высота растений подсолнечника и его биологическая масса по фазам вегетации в зависимости от применения НаноКремния

Table 3

The height of sunflower plants and its biological mass by phases of vegetation, depending on the use of NanoSilicon

Вариант	Высота, см / Сырая масса 1 растения, г					
	3–5 листьев		5–7 листьев		цветение	
Контроль	39	99	64	215	186	638
НаноКремний – 15/0/0	39	105	67	230	194	735
НаноКремний – 15/50/50	39	105	67	233	206	790
НаноКремний – 15/75/75	39	105	67	240	208	868
НаноКремний – 15/100/100	39	105	67	245	208	880
НаноКремний – 15/125/125	39	105	67	240	208	820
НСР _{0,05}	–	4	2	8	7	28

на контроле достигла 64 сантиметров. Применение удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний в технологии выращивания подсолнечника по всем вариантам опыта увеличило высоту на 3 см в сравнении с контролем. Уже к фазе цветения высота растений на контрольном варианте увеличилась на 122 см и составила 186 см. Растения, семена которого были обработаны кремнийсодержащим препаратом, имели +8 см разницы с контролем. Последующие некорневые обработки также увеличили этот показатель: при обработке по схеме 15/50/50 разница с контролем составила +20 см, при повышении доз до 15/75/75 разница с контролем максимальная – +22 см (высота растений 208 см). Увеличение доз некорневых обработок согласно схеме опыта 15/100/100 и 15/125/125 не влияло на дальнейшее повышение высоты растений.

Если в фазу 3–5 листьев отличий по высоте растений между вариантами в опыте не выявлено, то по биомассе одного растения разница существенна. Масса одного растения на контроле составила 99 г, обработка препаратом НаноКремния

увеличила данный показатель на 6,1% или 6 г по всем исследуемым вариантам в сравнении с контролем. Растения растут, развиваются и набирают биомассу, в фазу 5–7 листьев на контроле она составила 215 г, варианты с применением НаноКремния достоверно опережают контроль. Так, только при обработке посевного материала прирост в биомассе составил 15 г. Последующие обработки по вегетации увеличили разницу с контролем от 18 до 30 г/раст. При этом максимальный результат получен при обработке препаратом в дозе 15/100/100, который составил 245 г/раст.

Растения на контроле отставали и в фазе цветения – масса одного растения составила 638 г. При обработке только посевного материала данный показатель увеличился на 15,2% и составил 735 г/раст. Некорневая обработка в малой дозе (15/50/50) исследуемым препаратом увеличила массу одного растения на 152 г в сравнении с контролем и 55 г в сравнении с вариантом, где обрабатывались только семена. Выявлена закономерность, что увеличение доз некорневых обработок

увеличивает и массу одного растения в целом. Исключение составила самая высокая доза в опыте – 15/125/125, где масса одного растения составила 820 г, чем превышала контроль на 182 г и уступала в среднем на 54 г вариантам 4 и 5 согласно схеме исследований.

Показатели урожайности и качества семян подсолнечника, полученные в результате исследований, представлены в таблице 4.

Средняя урожайность за два года исследований по опыту составила 3,01 т/га. При этом урожайность на

Таблица 4

Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от применения препарата НаноКремний

Table 4

Yield and quality of sunflower seeds depending on the use of NanoSilicon

Вариант	Урожайность, т/га	Масса 1000 зёрен, г	Масличность, %	Сбор масла, ц/га
Контроль	2,65	52,3	49,9	1,32
НаноКремний – 15/0/0	2,83	53,4	51,3	1,45
НаноКремний – 15/50/50	3,01	56,8	51,8	1,56
НаноКремний – 15/75/75	3,23	60,9	50,9	1,64
НаноКремний – 15/100/100	3,26	61,5	51,0	1,66
НаноКремний – 15/125/125	3,11	56,5	51,3	1,60
НСР _{0,05}	0,11	2,0	1,8	0,08

контроле уступала другим вариантам в опыте – 2,65 т/га. Обработка всего лишь посевного материала удобрением минеральным с микроэлементами НаноКремний увеличила урожайность на 0,18 т/га. Дополнительные некорневые обработки повышают данный показатель до 11,5%. Разберем полученную урожайность по исследуемым в опыте дозам. Так, некорневая обработка подсолнечника препаратом в дозе 15/50/50 достоверно превышает по урожайности контроль и вариант с предпосевной обработкой семян на 0,36 и 0,18 т/га соответственно, но при этом не имеет существенной разницы в сравнении с высокой дозой (15/125/125), где урожайность – 3,11 т/га. Обработка вегетирующих растений подсолнечника удобрением минеральным с микроэлементами НаноКремний в дозе 15/75/75 способствовала получению максимальной урожайности по опыту – 3,23 т/га несколько выше, но несущественно, получена урожайность при дозе 15/100/100 – 3,26 т/га. Применение этой дозы

нецелесообразно, так как при повышении дозы препарата мы несем дополнительные затраты, а прибавки как таковой не имеем. Аналогичные данные получены по массе 1000 семян. В наших исследованиях она варьировала от 52,3 до 61,5 г и в среднем по опыту составила 56,9 г.

Масличность семян, полученных в ходе исследований, варьировала от 49,9 до 51,8% и не имела существенных отличий по вариантам опыта. Исключение составил вариант с применением препарата НаноКремний в дозе 15/50/50, на котором масличность достоверно превышала контроль на 1,4%, и составила 51,3%.

Сбор масла с одного гектара, посчитанный по результатам полученной урожайности и содержания масла в семенах подсолнечника, выявил достоверность его повышения в результате применения препарата НаноКремний. Так, на контроле данный показатель составил 1,32 т/га, при обработке посевного материала дополнительно собрали 0,13 т/га, последующие некорневые подкормки

позволили дополнительно к предпосевной обработке собрать от 0,09 до 0,21 т масла с 1 га. Высокие сборы масла получены при применении удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний в дозах 15/75/75 и 15/100/100, где полученные результаты в ходе проведения исследований существенно не отличались и составили 1,64 и 1,66 т/га.

Заключение

Обработка семян и вегетирующих растений удобрением минеральным с микроэлементами НаноКремний в различных дозах сокращают межфазный период подсолнечника от 1 до 3 дней при переходе в фазу цветения и от 1 до 2 дней в фазу спелости, в сравнении с контролем. Обработка семян и вегетирующих растений исследуемым препаратом влияет на ее высоту от фазы 5–7 листьев до цветения, увеличивая ее от 4 до 12% в сравнении с контролем. Следует также отметить, высокие дозы (15/100/100 и 15/125/125) исследуемого агрохимиката не оказывают существенного эффекта в сравнении с

меньшей дозой внесения (15/75/75). Применение препарата НаноКремний также оказывает ощутимый эффект на накопление биомассы подсолнечника и к фазе цветения разница с контролем варьирует от 97 до 242 грамм. Однако применение его с высокой дозой – 15/125/125 снижает массу по отношению к дозам 15/75/75 и 15/100/100 в среднем на 54 г. В результате проведенных исследований выявлено достоверное повышение урожайности семян подсолнечника от применения препарата НаноКремний, высокие результаты урожайности и сбора масла с 1 га получены при внесении агрохимиката по следующей схеме: обработка препаратом семян нормой 15 г/га + растений по всходам – 75 г/га + в фазу 5–7 пар листьев – 75 г/га (вариант 4), что способствует получению урожайности 3,23 т/га и сбора масла с одного гектара 1,64 т соответственно. Последующее повышение дозы удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний не влияет на урожайность подсолнечника.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аксенов М.П. Влияние предпосевной комплексной обработки семян подсолнечника электрофизическими воздействиями и регулятором роста на их посевные качества // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 2 (44), ч. 3. С. 85–89.
2. Бербеков К.З. Эффективность применения регуляторов роста на посевах подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Вестник Адыгейского государственного университета. 2018. № 3. С. 113–117.
3. ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности (с изменением № 1) / Гос. комитет СССР по стандартам. М., 1964. 8 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2012. 352 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3 / под общ. ред. М.А. Федина. М., 1983. 45 с.
6. Назаренко Д.Ю. Влияние многоцелевого регулятора роста BIODUX (БИОДУКС) на урожайность подсолнечника // Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур: сборник материалов VIII международной конференции молодых учёных и специалистов. Краснодар, 2015. С. 99–102.

REFERENCES:

1. Aksenov M.P. Influence of pre-sowing complex treatment of sunflower seeds with electro-physical effects and a growth regulator on their sowing quality // International research journal. 2016. No. 2 (44), part 3. P. 85–89.

2. Berbekov K.Z. The effectiveness of the use of growth regulators on sunflower crops in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic // Bulletin of the Adyghe State University. 2018. No. 3. P. 113–117.

3. GOST 10857-64 Oil seeds. Methods for determining oil content (with amendment No. 1) / The USSR State Committee for Standards. M., 1964. 8 p.

4. Dospikhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2012. 352 p.

5. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue 3 / under total ed. M.A. Fedina. M., 1983. 45 p.

6. Nazarenko D.Yu. Influence of the multipurpose BIODUX (BIODUX) growth regulator on sunflower yield // Competitive ability of domestic hybrids, varieties and technology of oilseed cultivation: collection of materials of the VIII international conference of young scientists and specialists. Krasnodar, 2015. P. 99–102.

Информация об авторах / Information about the authors:

Арсен Аркадьевич Мнатсаканян, заведующий лабораторией земледелия агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», кандидат сельскохозяйственных наук;

newagrotech2015@mail.ru

Галина Владимировна Чуварлеева, ведущий научный сотрудник, заместитель заведующего агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», кандидат сельскохозяйственных наук;

newagrotech2015@mail.ru

Алина Сергеевна Волкова, лаборант-исследователь агротехнологического отдела ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»;

newagrotech2015@mail.ru

Arsen A. Mnatsakanyan, head of the agriculture laboratory of the Agrotechnological Department of FSBSI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko», Candidate of Agricultural Sciences;

newagrotech2015@mail.ru

Galina V. Chuvarleeva, a leading researcher, deputy head of the Agrotechnological Department of FSBSI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko», Candidate of Agricultural Sciences;

newagrotech2015@mail.ru

Alina S. Volkova, a laboratory assistant of the Agrotechnological Department of FSBSI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko»;

newagrotech2015@mail.ru